

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : **Emha Amir Ramadhan**

NIM : **20140130231**

Dengan ini saya menyatakan bahwa sesungguhnya Tugas Akhir yang berjudul: **PENGARUH VARIASI WAKTU GESEK TERHADAP STRUKTUR MIKRO, KEKERASAN, DAN KEKUATAN TARIK SAMBUNGAN LOGAM PIPA KUNINGAN DENGAN METODE PENGELASAN GESEK KONTINYU (*FRICITION WELDING*)** adalah hasil karya saya sendiri dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan pada instansi apapun, kecuali secara tertulis disebutkan sumbernya, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari pernyataan ini tidak benar, maka saya bersedia mendapat sanksi akademik.

Yogyakarta, 10 Agustus 2018

Yang menyatakan

Emha Amir Ramadhan

20140130231

HALAMAN MOTTO

“Di saat kita memutuskan untuk tetap berjuang dan berdoa, maka percayalah saat itu Tuhan akan memberikan kita kekuatan.”

“Jangan berhenti berikhtiar. Sebab jalan dan pertolongan dari Allah itu banyak macamnya.”

“Bukankah doa mampu mengubah takdir? Percayalah, Allah bersama hamba-Nya yang yakin.”

“Jika kamu tidak berjuang untuk apa yang kamu inginkan, maka jangan menangis untuk apa yang akan hilang.”

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah S.W.T, atas segala rahmat, hidayah, barokah dan inayah-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan skripsi sebagai salah satu syarat mendapatkan gelar Sarjana di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang berjudul **“PENGARUH VARIASI WAKTU GESEK TERHADAP STRUKTUR MIKRO, KEKERASAN, DAN KEKUATAN TARIK SAMBUNGAN LOGAM PIPA KUNINGAN DENGAN METODE PENGELASAN GESEK KONTINYU (*FRICTION WELDING*)”**. Logam kuningan telah banyak digunakan di bidang keteknikan karena mempunyai sifat ketahanan korosi, tampilan yang menarik, dan kekuatan daktilitas yang tinggi. Proses penyambungan pada logam pipa kuningan yang sering digunakan adalah dengan metode brazing. Namun metode brazing ini masih memiliki beberapa kekurangan, yaitu: masih membutuhkan logam pengisi, timbul asap, dan butuh waktu yang lama dalam proses pengerjaannya. Sebagai alternatif untuk menutupi kekurangan pada proses brazing ini dapat menggunakan metode *friction welding*.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah logam pipa kuningan. Parameter yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan memvariasikan waktu gesek 2 detik, 3 detik, dan 4 detik. Putaran mesin las gesek yang digunakan konstan yaitu 1000 Rpm. Tekanan gesek yang digunakan sebesar 30 MPa dan tekanan upset sebesar 50 MPa. Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini adalah pengujian metallografi, pengujian kekerasan, dan pengujian kekuatan tarik.

Penulis menyadari, masih banyak kekurangan dalam penyusunan tesis ini. Oleh karena itu, Penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca untuk perbaikan di masa mendatang.

Yogyakarta, 10 Agustus 2018

Penulis

Emha Amir Ramadhan

20140130231

DAFTAR ISI

| | |
|--------------------------------------|-------------|
| Halama Judul | i |
| Halaman Pengesahan | i |
| Halaman Pernyataan | ii |
| Halaman Motto | iii |
| Kata Pengantar | iv |
| Daftar Isi | v |
| Daftar Gambar | viii |
| Daftar Tabel | x |
| Daftar Notasi | xi |
| Intisari | xii |
| <i>Abstract</i> | xiii |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 3 |
| 1.3 Batasan Masalah | 3 |
| 1.4 Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.5 Manfaat Penelitian | 4 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| 2.1 Kajian Pustaka | 5 |
| 2.2 Dasar Teori | 7 |
| 2.3 <i>Friction Welding</i> | 8 |

| | | |
|--|---|-----------|
| 2.3.1 | <i>Friction Stir Welding (FSW)</i> | 8 |
| 2.3.2 | <i>Linear Friction Welding (LFW)</i> | 9 |
| 2.3.3 | <i>Continuous Drive Friction Welding (CDFW)</i> | 10 |
| 2.3.4 | Kelebihan Pengelasan Gesek..... | 12 |
| 2.3.5 | Aplikasi Pengelasan Gesek | 13 |
| 2.4 | Logam Kuningan | 13 |
| 2.5 | Pengujian Mikro Struktur | 16 |
| 2.6 | Pengujian Kekerasan <i>Micro Vickers</i> | 17 |
| 2.7 | Pengujian Kekuatan Tarik | 18 |
| BAB III METODE PENELITIAN | | 20 |
| 3.1 | Identifikasi Masalah | 20 |
| 3.2 | Perencanaan Penelitian..... | 20 |
| 3.2.1 | Waktu dan Tempat Penelitian | 20 |
| 3.2.2 | Variabel Penelitian..... | 20 |
| 3.3 | Pengadaan Alat dan Bahan | 21 |
| 3.3.1 | Alat Penelitian | 21 |
| 3.3.2 | Bahan Penelitian | 26 |
| 3.4 | Persiapan Penelitian | 27 |
| 3.4.1 | Pembuatan Spesimen | 27 |
| 3.4.2 | Kalibrasi Mesin Las Gesek | 28 |
| 3.4.3 | Pelaksanaan Proses Penyambungan <i>CDFW</i> | 29 |
| 3.5 | Pelaksanaan Pengujian | 30 |
| 3.5.1 | Pengujian Metallografi..... | 30 |
| 3.5.2 | Pengujian Kekerasan <i>Micro Vickers</i> | 31 |
| 3.5.3 | Pengujian Tarik Sambungan Pengelasan | 31 |
| 3.6 | Diagram Alir Penelitian..... | 33 |

| | |
|---|-----------|
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN..... | 35 |
| 4.1 Hasil Penyambungan Logam Pipa Kuningan dengan Metode CDFW | 35 |
| 4.2 <i>Flash</i> Bagian Sambungan..... | 37 |
| 4.3 Hasil Pengujian Makro dan Mikro | 38 |
| 4.3.1 Hasil Foto Makro | 39 |
| 4.3.2 Hasil Pengujian Struktur Mikro..... | 39 |
| 4.4 Hasil dan Analisis Pengujian Kekerasan..... | 43 |
| 4.5 Hasil dan Analisis Pengujian Tarik..... | 48 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN | 55 |
| 5.1 Kesimpulan..... | 55 |
| 5.2 Saran..... | 56 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 57 |
| UCAPAN TERIMA KASIH..... | 59 |
| LAMPIRAN | 60 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 2.1 Proses <i>Friction Stir Welding</i> | 9 |
| Gambar 2.2 Proses <i>Linear Friction Welding</i> | 10 |
| Gambar 2.3 Proses Penyambungan <i>Continuous Drive Friction Welding</i> | 11 |
| Gambar 2.4 Skema Persiapan Pengelasan Gesek | 11 |
| Gambar 2.5 Daerah Pengelasan | 12 |
| Gambar 2.6 Aplikasi Pengelasan Gesek..... | 13 |
| Gambar 2.7 Indentasi Micro Vickers | 17 |
| Gambar 2.8 Kurva Tegangan-Regangan | 19 |
| Gambar 3.1 Mesin Las Gesek | 22 |
| Gambar 3.2 Mesin Bubut..... | 22 |
| Gambar 3.3 Alat Uji Struktur Mikro | 23 |
| Gambar 3.4 Alat Uji Kekerasan Micro Vickers..... | 24 |
| Gambar 3.5 Mesin Uji Tarik (<i>Universal Testing Machine</i>) | 24 |
| Gambar 3.6 <i>Load Cell</i> | 25 |
| Gambar 3.7 Mesin Gergaji Motor | 25 |
| Gambar 3.8 Mesin Perata dan Pemoles | 26 |
| Gambar 3.9 Logam Pipa Kuningan | 27 |
| Gambar 3.10 Pemotongan Bahan Pipa Kuningan..... | 27 |
| Gambar 3.11 Perataan Ujung Bahan Kuningan dengan Mesin Bubut | 28 |
| Gambar 3.12 Skema Mesin Las Gesek..... | 29 |
| Gambar 3.13 Spesimen uji tarik standard <i>JIS Z 2201</i> | 32 |
| Gambar 3.14 Diagram Alir Penelitian..... | 34 |

| | |
|---|----|
| Gambar 4.1 Hasil Sambungan Pengelasan Gesek Pada Waktu Gesek (a). 2 Detik, (b). 3 Detik, (c). 4 Detik | 35 |
| Gambar 4.2 Diagram Rata-Rata Pemendekan Hasil Sambungan Las Gesek | 36 |
| Gambar 4.3 <i>Flash</i> Bagian Luar Pipa Kuningan Pada Waktu Gesek a). 2 Detik b). 3 Detik c). 4 Detik | 37 |
| Gambar 4.4 <i>Flash</i> Bagian Dalam Pipa Kuningan Pada Waktu Gesek a). 2 Detik b). 3 Detik c). 4 Detik | 37 |
| Gambar 4.5 Spesimen Pengujian Mikro a). Hasil Potongan Melintang Spesimen Uji b). Hasil <i>Mounting</i> Spesimen Uji | 38 |
| Gambar 4.6 Hasil Foto Makro Pada Sambungan Pipa Kuningan dengan Perbesaran 30x | 39 |
| Gambar 4.7 a). Benda Uji Variasi Waktu Gesek 2 Detik b). Daerah Logam Induk c). HAZ putar d). Daerah sambungan e). HAZ diam | 40 |
| Gambar 4.8 a). Benda Uji Variasi Waktu Gesek 3 Detik b). Daerah Logam Induk c). HAZ putar d). Daerah Sambungan e). HAZ diam..... | 41 |
| Gambar 4.9 a). Benda Uji Variasi Waktu Gesek 4 Detik b). Daerah Logam Induk c). HAZ putar d). Daerah Sambungan e). HAZ putar..... | 42 |
| Gambar 4.10 Posisi Titik Pengujian Kekerasan..... | 44 |
| Gambar 4.11 Grafik Nilai Kekerasan..... | 47 |
| Gambar 4.12 Spesimen Uji Tarik..... | 49 |
| Gambar 4.13 Grafik Hubungan Antara Kekuatan Tarik (Mpa) dengan Regangan (%) Hasil Uji Tarik | 49 |
| Gambar 4.14 Diagram Hubungan Antara Waktu Gesek dengan Kekuatan Tarik (Mpa) | 51 |
| Gambar 4.15 Diagram Hubungan Antara Waktu Gesek dengan Regangan (%)..... | 52 |
| Gambar 4.16 Hasil Patahan Spesimen Uji Tarik (a).Raw Material (b).Waktu Gesek 2 Detik (c).Waktu Gesek 3 Detik (d).Waktu Gesek 4 Detik..... | 53 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 2.1 Titik Leleh Standar Kuningan | 15 |
| Tabel 4.1 Pemendekan Hasil Sambungan Las Gesek | 36 |
| Tabel 4.2 Hasil Uji Kekerasan Variasi Waktu Gesek 2 Detik..... | 44 |
| Tabel 4.3 Hasil Uji Kekerasan Variasi Waktu Gesek 3 Detik..... | 45 |
| Tabel 4.4 Hasil Uji Kekerasan Variasi Waktu Gesek 4 Detik..... | 46 |
| Tabel 4.5 Hasil Nilai Kekuatan Tarik Varasi Waktu Gesek 2, 3, 4 Detik..... | 50 |
| Tabel 4.6 Hasil Nilai Rata-rata Kekuatan Tarik dan Regangan Varasi Waktu Gesek 2, 3, 4 Detik dengan Putaran Mesin 1000 Rpm..... | 50 |

DAFTAR NOTASI

CuZn = Kuningan

Cu = Tembaga

TIG = *Tungsten Inert Gas*

MIG = *Metal Inert Gas*

SMAW = *Shielded Metal Arc Welding*

HAZ = *Heat Affected Zone*

VHN = *Vickers Hardness Number*

MPa = Mega Pascal

Gpa = Giga Pascal

RPM = *Rotation Per Minute*

CDFW = *Continuous Drive Friction Welding*

FSW = *Friction Stir Welding*

LFW = *Linear Friction Welding*

DIN = *Deutch Industri Normen*

AWS = *American Welding Society*

ASTM = *American Standard Testing and Material*

JIS = *Japanese Industrial Standard*